

Mervi Hiipakka

Vähittäistavaraliikkeiden palokuormien inventaariotutkimus

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Mervi Hiipakka

Työn nimi: Vähittäistavaraliikkeiden palokuormien inventaariotutkimus

Ohjaaja: Heikki Ylihärsilä

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 37

Liitteiden lukumäärä: 2

Tässä työssä tutkittiin vähittäistavaraliikkeiden palokuormia. Työn taustalla on Seinäjoen ammattikorkeakoulun, Tampereen teknillisen yliopiston ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen käynnistämä tutkimus, jossa pyritään selvittämään myymälöiden todelliset palokuormat ja verrata niitä eurokoodin EN-1991-1-2 mukaisiin palokuormien suunnitteluarvoihin. Kyseiset eurokoodin suunnitteluarvot ovat Suomessa toistaiseksi käyttökielossa, koska niiden todenmukaisuutta ei ole voitu todeta. Tämä opinnäytetyö on vain osa laajempaa rakennusten palokuormien inventaariotutkimusta, jolla halutaan selvittää, ovatko kyseiset suunnitteluarvot paikkansapitäviä ja voitaisiinko niitä tulevaisuudessa käyttää luotettavina arvoina. Tutkimuksen rahoittajina ovat Palosuojelurahasto, Ympäristöministeriö, Teräsrakenneyhdistys, Seinäjoen kaupunki/ Seinäjoen seudun elinkeinokeskusliikelaitos ja Tampereen teknillinen yliopisto.

Tässä työssä tutkimuskohteina oli seitsemän vähittäistavaraliikettä ja niistä tutkittiin varastotila ja myymälätila erikseen. Palokuormatutkimuksissa liikkeistä tutkittiin pinta-alat sekä palokuorman määrä arvioimalla materiaalien määrät kilogrammoina, jonka jälkeen ne muunnettiin megajouleiksi. Kerätyn tiedon avulla laskettiin liikkeiden palokuorman tiheydet [MJ/m^2]. Palokuormien tiheyksien keskiarvoa verrattiin eurokoodin suunnitteluarvoon.

Tutkituissa kohteissa palokuorman tiheyden keskiarvo jäi sekä myymälätilassa että varastotilassa alle eurokoodin suunnitteluarvon. Tutkimuksessa todettiin myös, että pienemmissä myymälätiloissa oli enemmän palokuormaa lattianeliötä kohden kuin isommissa myymälätiloissa.

Asiasanat: Paloturvallisuus, palokuorma

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**Thesis abstract**

Faculty: School of Technology
Degree programme: Construction Engineering
Specialisation: Building Construction

Author: Mervi Hiipakka

Title of the thesis: Fire load survey of retail shops

Supervisor: Heikki Ylihärsilä

Year: 2010 Number of pages: 37 Number of appendices: 2

The thesis is about fire loads in retail shops. Seinäjoki University of Applied Sciences, Tampere University of Technology and Technical Research Centre of Finland have started a research in order to clarify what the real fire loads are and how they differ from the Eurocode EN-1991-1-2 fire load design values. The thesis is only one part of the larger inventory survey of building fire loads. The whole project has been financed by Palosuojelurahasto, Ministry of the Environment, Teräsrakenneyhdistys, city of Seinäjoki/ Seinäjoen seudun elinkeinokeskus public utility and Tampere University of Technology.

In the surveyed retail shops the floor areas were measured and the amounts of different materials were estimated in kilograms and later converted to megajoules. The fire load densities were calculated and compared to the design value in Eurocode. Shopping spaces and storage spaces were examined separately.

The mean value of fire load densities was smaller, both in shopping spaces and storage spaces, than the Eurocode design value. It also seemed that smaller retail shops had more fire load per floor square metre than the bigger ones had.

Keywords: Fire safety, Fire load

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	8
2 TEORIAA	10
2.1 Palaminen.....	10
2.2 Palokuorma.....	11
2.2.1 Palokuorman määrittäminen.....	11
2.2.2 Määrittämisessä käytettyjä arvoja.....	12
2.2.3 Palokuormaryhmät.....	12
2.3 Aiempia palokuormamittauksia Suomessa ja ulkomailla.....	13
3 PALOKUORMAKARTOITUS	16
3.1 Tausta.....	16
3.2 Tutkittavien kohteiden valinta.....	17
3.3 Mittaukset.....	17
3.3.1 Mittausmenetelmä.....	18
3.3.2 Mittaus kentällä.....	18
4 TULOKSET	25
4.1 Mittaustulokset.....	25
4.2 Palokuorman koostumus	32
4.3 Vertailu eurokoodin arvoihin.....	34
5 YHTEENVETO	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	38

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Palokuorma	Vapautuva kokonaisenergiamäärä, kun tilassa oleva aine täydellisesti palaa. Siihen luetaan pinta- ja verhousmateriaalit sekä irtaimisto.
Palokuorman tiheys	Energiamäärä megajouleina huoneistopinta-alan neliömetriä kohden (MJ/m ²).
Palokuormaryhmät	Palokuormat jaetaan kolmeen ryhmään palokuorman tiheyden mukaan: Yli 1200 MJ/m ² (tavanomaista suurempi), vähintään 600 MJ/m ² ja enintään 1200 MJ/m ² (tavanomainen), alle 600 MJ/m ² (tavanomaista pienempi).

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. Palamisen edellytykset.....	10
KUVIO 2. Palokuormakartoituksessa käytettyjä mittalaitteita.....	19
KUVIO 3. Myymälän korkeuden mittaus lasermitalla.....	19
KUVIO 4. Mittaustulosten kirjaaminen taulukoihin.....	20
KUVIO 5. Myymälän varastotila.....	21
KUVIO 6. Myymälän elintarvikehyllyjä.....	22
KUVIO 7. Myymälän paperihyllyjä.....	22
KUVIO 8. Myymälän kylmäallas.....	23
KUVIO 9. Myymälän hedelmä- ja vihannesosasto.....	23
KUVIO 10. Myymälän leipäosasto.....	24
KUVIO 11. Myymälän irtaimen palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.....	29
KUVIO 12. Myymälän kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan	29
KUVIO 13. Myymälän kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.....	30
KUVIO 14. Varaston irtaimen palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.....	31
KUVIO 15. Varaston kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.....	31
KUVIO 16. Varaston kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan	31
KUVIO 17. Myymälöiden irtaimen palokuorman jakautuminen materiaaleittain....	33
KUVIO 18. Varastojen irtaimen palokuorman jakautuminen materiaaleittain.....	33

TAULUKKO 1. Materiaalikohtaisia energia-arvoja palokuormatutkimuksissa.....	12
TAULUKKO 2. Myymälän 1 palokuormat.....	25
TAULUKKO 3. Myymälän 2 palokuormat.....	26
TAULUKKO 4. Myymälän 3 palokuormat.....	26
TAULUKKO 5. Myymälän 4 palokuormat.....	26
TAULUKKO 6. Myymälän 5 palokuormat.....	27
TAULUKKO 7. Myymälän 6 palokuormat.....	27
TAULUKKO 8. Myymälän 7 palokuormat.....	27
TAULUKKO 9. Palokuorman tiheys.....	28
TAULUKKO 10. Palokuorman tiheys (MJ/m ²) tilan käyttötavan mukaan.....	34

1 JOHDANTO

Suomessa siirrytään vuoden 2011 aikana käyttämään rakennesuunnittelussa eurokoodijärjestelmää, joka sisältää Euroopassa yhtenäisiä säädöksiä ja normeja suunnitteluarvoista ja -menetelmistä. Näiden lisäksi eurokoodeissa on kansallisia liitteitä, joissa on otettu huomioon jokaisen valtion omat olosuhteet; esimerkiksi lumikuormaa on yleensä enemmän Suomessa kuin Italiassa, mutta Italiassa on puolestaan maaperän seismistä toimintaa, jolloin rakenteiden tulee kestää maanjäristysten aiheuttamia rasituksia. Jokaisessa valtiossa on siis omat olosuhteista johtuvat haasteensa rakennesuunnittelussa.

Eurokoodit ovat olleet käytössä monilla suunnittelun osa-alueilla jo melko yleisestikin, mutta paloturvallisuuden suunnitteluun tarkoitettuja eurokoodin osuuden EN-1991-1-2 mukaisia palokuorman suunnitteluarvoja ei ole Suomessa saanut toistaiseksi käyttää. Tämä siksi, että kyseisten suunnitteluarvojen todenmukaisuutta Suomessa ei ole voitu todeta. Tähän saakka paloturvallisuussuunnittelu onkin ollut lähinnä kohteesta ja sen suunnittelijasta riippuvainen eikä yhtenäistä käytäntöä ole ollut.

Tutkimuksilla pyritään selvittämään, voidaanko EN-1991-1-2:n mukaisia arvoja käyttää Suomessa vai onko tulosten pohjalta kenties määritettävissä uudet luotettavat lähtötiedot paloturvallisuuden suunnitteluun. Tutkimuksissa kerätään todellista tietoa erilaisten tilojen palokuormista, eli paljonko palavaa materiaalia tilassa on ja paljonko siitä palotilanteessa vapautuu energiaa. Näin saadaan oleellista tietoa paitsi rakennesuunnitteluun, myös hätäpoistumisen ja savunpoiston suunnitteluun. Tulevaisuudessa aihe saattaa kiinnostaa lisäksi myös esimerkiksi vakuutusyhtiöitä palovakuutusten näkökulmasta.

Suomessa on aiemmin tutkittu jonkin verran asuntojen palokuormia ja laajemmin toimistojen palokuormia. Nyt Seinäjoen ammattikorkeakoulu (SeAMK), Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) ovat

yhteistyössä käynnistäneet tutkimuksen myymälöiden palokuormista tarkoituksenaan kartoittaa tämänhetkinen palokuormatilanne erilaisista myymälätiloista. Myymälät on jaettu erikoistavaraliikkeisiin ja vähittäistavaraliikkeisiin, joista tämä työ käsittelee vähittäistavaraliikkeitä ja niiden palokuormia.

Tutkimuksen työryhmä vastaa hankkeen toteutumisesta, ja siihen kuuluvat edustajat SeAMK:sta, TTY:lta ja VTT:lta. SeAMK:n vastuulla on inventaarion tekeminen eli kerätä tarvittavaa tietoa myymälöiden palokuormista. SeAMK ja TTY yhteistyössä toteuttavat mahdollisesti myöhemmin suoritettavan kartiokalorimetrikokeen testikappaleesta ja VTT:n vastuulle jää mittaustulosten tilastollinen analyysi, jonka avulla määritetään EN-1991-1-2:een verrattavat suunnitteluarvot. Työryhmä määrittelee suositeltavat palokuormat ja maksimipalotehot myymälätiloihin ja kirjaa ne tutkimustulosten kanssa julkiseen loppuraporttiin.

Tutkimuksen rahoittajina ovat Palosuojelurahasto, Ympäristöministeriö, Teräsrakenneyhdistys, Seinäjoen kaupunki/ Seinäjoen seudun elinkeinokeskusliikelaitos ja Tampereen teknillinen yliopisto.

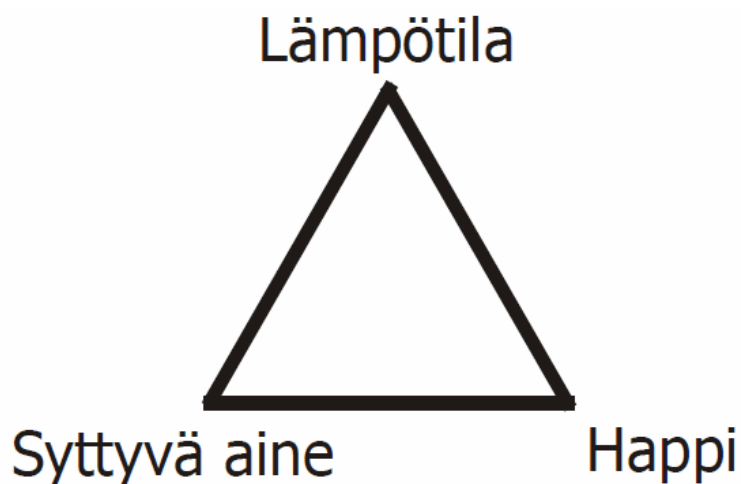
Tässä työssä teoriaosuus käsittelee palamista ja palokuormaa sekä aiempia palokuormamittauksia. Palokuormakartoituksista on kuvattu mittausmenetelmät, mittaukset kohteissa ja varsinaiset mittaustulokset. Saatuja arvoja on verrattu EN 1991-1-2:ssa annettuihin arvoihin ja lopuksi on tehty omia päätelmiä.

2 TEORIAA

2.1 Palaminen

Palamisen edellytyksinä ovat palavan materiaalin lisäksi happi ja riittävän korkea lämpötila, kuten kuviossa 1 on esitetty. Jonkin näistä kolmesta puuttuessa ei palamista voi tapahtua, ja jos jokin näistä palotilanteessa loppuu tai onnistutaan poistamaan, loppuu palaminenkin. (Virtanen, [viitattu 24.3.2010].)

Palaminen on kemiallinen reaktio, jossa happi reagoi palavan materiaalin kanssa. Tämä reaktio tarvitsee käynnistyäkseen ja pysyäkseen käynnissä riittävän korkean lämpötilan. Mutta kun palamisreaktio on kerran käynnistynyt, se tuottaa itsessään niin paljon lämpöä, että reaktioketju pysyy käynnissä. (Virtanen, [viitattu 24.3.2010].)



KUVIO 1. Palamisen edellytykset. (Anttila, [viitattu 24.3.2010].)

Palavan materiaalin sisältämä energia, eli palokuorma, toimii palamisessa polttoaineena. Mitä enemmän tätä palavaa materiaalia on, sitä enemmän polttoainetta palolle on, ja sitä isompi palo on mahdollinen.

Palamisen ehkäisykeinoista ehkä tehokkain on palokuorman vähentäminen, eli palavan materiaalin poistaminen tilasta. Jo käynnistyneen palamisreaktion voi lopettaa poistamalla jonkin kolmesta palamisen edellytyksestä. Kun poistetaan palava materiaali, palolta loppuu polttoaine. Hapen voi syrjäyttää esimerkiksi tukahduttamalla tai käyttämällä jauhesammutinta. Lämpötilaa taas voidaan laskea esimerkiksi kaikkein tunnetuimmalla sammutuskeinolla: vedellä. (Virtanen, [viitattu 24.3.2010].)

2.2 Palokuorma

Tässä osiossa on käsitelty palokuormien määrittämistä, määrittämisessä käytettyjä arvoja ja palokuormien jakoa eri palokuormaryhmiin.

2.2.1 Palokuorman määrittäminen

Palokuormalla tarkoitetaan vapautuvaa kokonaislämpö määrää, kun tilassa oleva aine täydellisesti palaa (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2002, 5). Palokuormaan lasketaan kuuluvaksi kaikki palava rakennuksen irtaimisto, verhoukset sekä pinnoitteet (SFS-EN 1991-1-2 2003, 84).

Palokuorman määrä ilmoitetaan yleisimmin palokuorman tiheytenä eli täydellisessä palamisessa vapautuva energiamäärä megajouleina huoneistoalan neliometriä kohden MJ/m² (Paloposki 2006).

2.2.2 Määrittämisessä käytettyjä arvoja

Eri materiaaleilla on erilainen palokuorma. Kirjallisuudesta löytyy tutkittuja energia-arvoja erilaisille materiaaleille, ja joillekin materiaaliryhmille saattaa olla useitakin vaihtoehtoja kilogramman sisältämän megajoulemäärän suuruudeksi. Esimerkiksi puun sisältämä energiamäärä vaihtelee jo pelkästään puulajin mukaan. Toisaalta palokuormaa on voitu tutkia myös esinekohtaisesti, jolloin on ilmoitettu esimerkiksi sohvan tai television sisältämä energiamäärä.

Taulukossa 1 on esitetty kirjallisuudesta löytyneitä energia-arvoja tutkituille materiaaleille sekä ne arvot, joita on myöhemmin käytetty määrittämään palokuorman määrää. Koska tutkimus koskee eurokoodin osan 1991-1-2 paloturvallisuusmääräyksiä, on myöhemmin käytetty pääasiassa samassa standardissa esitettyjä materiaalikohtaisia energiamääriä. Standardista puuttuvat materiaalien arvot on päätelty muista lähteistä. Pesuaineiden sisältämä energiamäärä on arvioitu siten, että se on 50 % erilaisten kemikaalien keskimääräisestä energiasisällöstä. Pesuaineiden energiamäärää ei ole suoraan otettu kemikaaleille annetuista arvoista, koska useat pesuaineet ovat nestemäisiä ja sisältävät myös vettä.

TAULUKKO 1. Materiaalikohtaisia energia-arvoja palokuormatutkimuksissa. (SFS-EN 1991-1-2 2003; DiNenno ym. 2002; Kumar & Kameswara Rao 1995.)

	PUU [MJ/kg]	PAPERI [MJ/kg]	MUOVI [MJ/kg]	TEKSTIILI [MJ/kg]	PAHVI [MJ/kg]	ELINTARVIKE [MJ/kg]	PESUAINE [MJ/kg]
(SFS-EN 1991-1-2 2003)	17,5	20	20 - 40	20 - 30	20		30 - 40
(DiNenno ym. 2002)	19,1 - 21,8	12,7 - 21,5	30,6 - 30,8	16,5 - 26,6		15	15 - 50
(Kumar & Kameswara Rao 1995)	18,6	16,3	22,1	18,8		14,6	
Käytetty arvo	17,5	20	30	25	20	15	15

2.2.3 Palokuormaryhmät

Suomen rakentamismääräyskokoelman rakennusten paloturvallisuutta käsittelevässä osuudessa E1 palokuormat jaetaan kolmeen ryhmään. Erilaiset tilat luokitellaan periaatteessa käyttötapojensa mukaan näihin palokuormaryhmiin,

mutta todellinen tilanne poikkeaa usein taulukkoarvoista, jolloin oikea palokuorma tulisi mitata. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2002, 5.)

Palokuormat ryhmitellään niiden tiheyksien mukaan tavanomaiseen palokuormaan, tavanomaista pienempään palokuormaan ja tavanomaista suurempaan palokuormaan (Pelastusopisto 2008). Tavanomainen palokuorma on 600–1200 MJ/m² ja siihen oletetaan kuuluvaksi mm. myymälät, näyttelytilat, kirjastot, asuinrakennusten kellariosastot ja moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotilat. Tavanomaista pienempi palokuorma on alle 600 MJ/m² ja tavallista suurempi palokuorma puolestaan yli 1200 MJ/m². Alle 600 MJ/m²:n palokuormaa oletetaan olevan mm. asunnoissa, hoitolaitoksissa, ravintoloissa, toimistoissa, kouluissa ja alle 300 huoneistoneliömetrin kokoisissa myymälöissä. Tavanomaista suurempaa palokuormaa on esimerkiksi varastoissa, jotka ovat erillisiä palo-osastoja. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2002, 5.)

2.3 Aiempia palokuormamittauksia Suomessa ja ulkomailla

Suomessa palokuormia on aiemmin tutkittu toimistotiloista ja jonkin verran asunnoista. Osana kansallista Toiminnallisten palosäädösten tekniset perusteet -projektia tehtiin palokuormatutkimus sadassa toimistossa yhteensä yli 1500 huoneessa. Tutkimusta varten kehitettiin nopea, mutta luotettava inventaariomenetelmä, jolla saatiin lyhyessä ajassa kerättyä runsaasti tietoa tilojen palokuormista. Kerättyä tietoa käytiin lisäksi läpi laskennallisin keinoin, jolloin voitiin tutkia tilojen suurimpia mahdollisia palotehoja. Tutkimuksessa toimistojen palokuorman tiheyden keskiarvoksi saatiin noin 1000 MJ/m², mikä vastasi melko hyvin ulkomailla suoritettujen toimistojen palokuormatutkimusten tuloksia. (Korpela 1999, 2.)

Toinen Suomessa tehty palokuormakartoitus oli osa Sisäasiainministeriön käynnistämää tutkimusohjelmaa, jonka tavoitteena oli laatia Suomen palokuolemien torjunnan keinojen tehokkuuden ennustamiseen laskentamalli. Pelastusopiston korkeakouluopiskelijat suorittivat asunnoissa palokuormakartoituksia, joiden tuloksia käsiteltiin tilastomatematiikan keinoin.

Täten varsinaisesta palokuormakartoituksesta ei ollut kyse, vaan haluttiin todellista tietoa laskentapohjan perustaksi. (Keski-Rahkonen, Karhula & Hostikka 2009.)

Ulkomailla palokuormatutkimuksia on tehty useista erilaisista tiloista. Ranskassa ja Sveitsissä tutkittiin teollisuus- ja liikerakennuksia sekä julkisia rakennuksia, kuten kauppakeskuksia ja hotelleja. Tutkittavista kohteista mitattiin pinta-alat, tilavuudet ja palavan materiaalin määrä. Palava materiaali luokiteltiin joko puuksi, muoviksi, paperiksi, tekstiiliksi tai sekalaiseksi materiaaliksi, ja tutkimuksessa palokuorma jaettiin irtaimeen ja kiinteään palokuormaan. Kerättyjä tietoja käsiteltiin tilastomatematiikan keinoin, jolloin saatiin mm. erilaisille tiloille palokuorman tiheyden keskiarvo. Kaupoilla tämä keskiarvo oli noin 600 MJ/m^2 . (Thauvoye, C. ym. 2008.)

Brasiliassa tehty palokuormakartoitus keskittyi historiallisiin rakennuksiin, joiden käyttötarkoitus vaihteli. Tutkimus sai alkunsa, kun eräs historiallinen hotelli tuhoutui tulipalossa. Haluttiin selvittää, minkälaisia palokuormia rakennuksissa oli, ja minkälaisia riskejä niistä vanhoille arvokkaille rakennuksille voisi mahdollisesti aiheutua. Tutkimuksessa todettiin, että yleisesti suurin palokuorman tiheys oli liikerakennuksissa eli erilaisissa myymälöissä. Toisaalta havaittiin, että rakennuksissa oli myös huoneita, joissa oli suhteellisen vähän palokuormaa muuhun rakennukseen nähden. Yllättävintä tutkimuksessa oli, että saadut palokuorman arvot saattoivat ylittää brasilialaisessa standardissa NBR 14432 annetut suunnitteluarvot jopa kymmenkertaisesti. (Claret & Andrade 2007.)

Intiassa tutkittiin asuntojen palokuormia ja niihin vaikuttavia erilaisten tekijöitä. Tutkimuksessa todettiin, että palokuorman keskiarvo kasvoi samalla kun lattiapinta-ala pieneni ja että palokuorman määrä riippui tilan käyttötarkoituksesta. Keittiöissä ja varastohuoneissa palokuorman määrä oli suurempi kuin muissa huoneissa ja pienimmät palokuorman määrät olivat kylpyhuoneissa ja kuisteilla. Rakennusten korkeus ei vaikuttanut palokuorman tiheyteen. (Kumar & Kameswara Rao 1995.)

Kanadassa kartoitettiin asuntojen olohuoneiden palokuormia internet-pohjaisella kyselykaavakkeella. Tutkimus tehtiin, koska aihetta ei oltu aiemmin Kanadassa

tutkittu. Tutkimuksessa asukkaat itse täyttivät kaavakkeen valitsemalla annetuista vaihtoehtoista, minkälaisia huonekaluja ja miten monta heidän olohuoneistaan löytyi. Tutkimus oli melko rajallinen ja antoi vain viitteitä todellisten palokuormien määristä. (Bwalya, Sultan & Bénichou 2004.)

Kanadassa on tehty myös tutkimus, jossa lavastettiin erilaisten tilojen tyypillistä esineistöä testihuoneeseen ja poltettiin ne. Testihuone oli ISO-9705-standardin mukainen ja tutkimuksessa selvitettiin tavaroiden sisältämää palokuormaa, erilaisten savukaasujen muodostumista ja palotehoja. Tutkimuksessa todettiin, että palaessaan muoveilla, kumeilla ja muilla öljypohjaisilla tuotteilla oli korkea paloteho ja ne tuottivat merkittävän määrän savukaasuja. Myös tietokoneet aiheuttivat palotilanteessa suuren määrän savukaasuja, vaikka muuten palaminen oli rauhallisempaa kuin muoveilla. Vähiten palokaasuja muodostui, kun tekstiilit ja puu paloivat. (Zalok, Bwalya & Hadjisopcleous 2005.)

3 PALOKUORMAKARTOITUS

3.1 Tausta

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tampereen teknillinen yliopisto ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus ovat yhteistyössä käynnistäneen rakennusten palokuormien inventaariotutkimuksen. Taustalla on siirtyminen rakennesuunnittelussa eurokoodijärjestelmään vuoden 2011 aikana. Eurokoodit ovat jo olleet melko yleisesti käytössä, mutta niiden paloturvallisuusosion palokuormien suunnitteluarvoja ei kuitenkaan ole toistaiseksi saanut käyttää Suomessa, koska niiden todenmukaisuutta ei ole todistettu. Nyt käynnistetyn inventaariotutkimuksen tavoitteena on ollut kerätä todellista tietoa, jota voidaan verrata eurokoodien antamiin suunnitteluarvoihin. Tällöin voitaisiin eurokoodien suunnitteluarvojen kanssa yhtenevien tulosten perusteella suositella kyseisten arvojen käyttöä, tai eriävien tulosten perusteella suositella todelliseen tietoon perustuvia uusia suunnitteluarvoja.

Aiemmin Suomessa on tutkittu toimistojen ja asuntojen palokuormia, ja nyt käynnistetty tutkimus keskittyy myymälöihin. SeAMK hoitaa tiedon keräämisen myymäläkohteista, ja VTT tekee saaduista tuloksista tilastollisen analyysin. Analyysillä saatuja arvoja verrataan tällä hetkellä käyttökiellossa oleviin eurokoodin arvoihin, jonka jälkeen tutkimuksen työryhmä antaa suosituksensa tulevaisuudessa käytettäviksi myymälöiden palokuormien suunnitteluarvoiksi.

Tässä työssä on keskitytty vähittäistavaraliikkeiden palokuormiin.

3.2 Tutkittavien kohteiden valinta

Inventaariotutkimuksen ohjausryhmä määrittäi tutkimuksen kooksi vähintään 30 myymälää, jotta tulokset olisivat tilastollisesti päteviä. Näistä tuli vähittäistavaraliikkeitä olla alle kymmenen.

Tässä työssä tutkittiin 7:ää vähittäistavaraliikettä, jotka kaikki olivat satunnaisesti valittuja eri kauppaketjujen erikokoisia myymälöitä. Pienin tutkittu vähittäistavaraliike oli myyntipinta-alaltaan 123 m² ja suurin 899 m². Koska tutkimukset toteutettiin oppilastöinä, ovat kohteet lähinnä Seinäjoen alueelta, mutta tilastollisesti pätevien tulosten saavuttamiseksi otannassa on kohde myös Seinäjoen alueen ulkopuolelta.

Kohteiden etsintä ja valinta oli palokuormakartoitusta tehneiden opiskelijoiden vastuulla. Kohteissa käytiin paikan päällä esittelemässä asia palokuormamittauksista ja tiedustelemassa, olisiko myymälällä kiinnostusta lähteä mukaan projektiin. Paikan päällä myymälöiden edustajille kerrottiin, minkälaisesta tutkimuksesta oli kysymys: mitkä organisaatiot ovat mukana, mitkä ovat tutkimuksen tavoitteet ja miten tutkimus suoritetaan. Lisäksi myymälöihin jätettiin saatekirje (Liite 1), josta oleellinen tieto löytyi vielä kirjallisena.

Useimmat myymälät lähtivät mukaan tutkimukseen mielellään. Kun suostumus tutkimukseen oli annettu, myymälän edustajan kanssa sovittiin ajankohta, jolloin mittaukset suoritettaisiin.

3.3 Mittaukset

Tässä osiossa on kerrottu mittausmenetelmästä ja siitä, miten palokuormamittaukset myymälöissä toteutettiin.

3.3.1 Mittausmenetelmä

Tutkimuksissa käytettiin Thauvoyen ym:n (2008, 992) kuvaamaa mittausmenetelmää. Tutkittavan tilan pinta-ala ja tilavuus mitattiin ja tilassa olevan palavan materiaalin määrä arvioitiin kilogrammoina.

Koska erilaisilla materiaaleilla on erilaiset palokuormat, palavat materiaalit jaoteltiin Thauvoyen ym:n (2008, 996) mukaan puuhun, tekstiileihin, muoviin, paperiin ja sekalaisiin materiaaleihin. Vähittäistavarakaupoissa oli lisäksi paljon pahvia, elintarvikkeita ja pesuaineita, jonka vuoksi ne kirjattiin omina erillisinä materiaalityypinä.

Mittaustiedot kirjattiin tiedonkeruuta varten tehdylle lomakkeelle (Liite 2). Pinta-alan, tilavuuden ja palavan materiaalin määrän lisäksi lomakkeelle kerättiin muuta taustatietoa paloturvallisuuden suunnitteluun liittyen. Tällaista taustatietoa on esimerkiksi tiloissa olevien aukkojen koot ja sijainnit sekä kohteissa mahdollisten olevien pelastussuunnitelmien, sammutusjärjestelmien ja automaattisten savunpoistojärjestelmien olemassaolo.

3.3.2 Mittaus kentällä

Myyvälöihin mentiin tekemään mittausta aiemmin sovittuna ajankohtana. Myymälöistä oli pyydetty etukäteen mahdollisia pohjapiirustuksia, jotka helpottaisivat huomattavasti pinta-alan laskemista. Kohteissa, joissa pohjapiirustusta ei ollut saatavilla, pohjakuva piirrettiin itse sekä mitattiin ja merkittiin siihen mitat ja mahdolliset palokuormakeskittymät. Myymälät, joissa pohjakuva oli valmiina, saatiin käytyä nopeasti läpi.

Kun mitattiin pohjakuvia varten mittoja, mittavälineinä käytettiin lasermittoja sekä perinteisiä mittanauhoja. Lasermitta oli myös näppärä työkalu tilojen korkeuksien mittaamiseen, jotta voitiin puolestaan laskea tilavuuksia.

Kuviossa 2 on palokuormakartoituksissa käytetyt mittalaitteet: 3 erilaista puntaria, lasermitta ja perinteinen mittanauha. Kuviossa 3 mitataan myymälän korkeutta lasermittan avulla.



KUVIO 2. Palokuormakartoituksessa käytettyjä mittalaitteita.



KUVIO 3. Myymälän korkeuden mittaus lasermittalla.

Pohjapiirustuksiin merkittiin tiloissa olevien aukkojen paikat, niiden koot ja alareunojen etäisyydet lattiasta. Aukoiksi laskettiin kaikki ikkunat, ovet, lasiseinät ja muut seinissä mahdollisesti olleet reiät.

Myymälöissä kerättiin tietoa varsinaisen myymälätilan lisäksi myös mahdollisista varasto- ja takahuoneista. Varaston mittaukset suoritettiin samalla tavalla kuin myymälätilan mittaukset.

Varsinaisen palokuorman määrän tutkiminen aloitettiin taulukoimalla palavia materiaaleja lomakkeelle. Tässä vaiheessa piti tehdä valintoja, mihin ryhmään mikin tavara kuului. Esimerkiksi lastulevy laskettiin puuksi, jotta taulukossa olisi vain selkeät muutamat materiaalityypit. Thauvoyen ym:n (2008, 996) tekemän lajittelun mukaan omiksi ryhmikseen taulukoitiin puu, muovi, paperi ja tekstiili, mutta koska vähittäistavarakaupoissa oli paljon elintarvikkeita, pahvia ja pesuaineita, päätettiin ne kirjata vielä omina ryhminään.

Kuviossa 4 kirjataan myymälän mittaustuloksia tiedonkeruulomakkeelle.



KUVIO 4. Mittaustulosten kirjaaminen taulukoihin.

Kun materiaalit oli taulukoitu, niiden määrät arvioitiin kilogrammoina. Apuna arvioinnissa oli erilaisia puntareita. Materiaalien massat arvioitiin joko punnitsemalla koekappaleita, laskemalla kokonaismäärät ja näiden avulla saamalla kokonaismassat, tai isompien esineiden kohdalla silmämääräisesti arvioimalla, paljonko kyseisen kappaleen massa voisi olla.

Lomake täytettiin kokonaisuudessaan myymälässä käynnin aikana; mittaus- ja arviointitiedot kirjattiin samalla, kun tuloksia saatiin. Lisäksi lomakkeen muita

paloturvallisuuden liittyviä tietoja kerättiin haastattelemalla henkilökuntaa. Heiltä kysyttiin esimerkiksi, onko myymälässä automaattista savunpoistoa tai pelastussuunnitelmaa. Tällaiset tiedot eivät varsinaisesti liity palokuormamittauksiin, mutta ovat hyödyllistä tietoa muuhun paloturvallisuussuunnitteluun.

Myymälöissä otettiin myös valokuvia niiden yleisilmeestä sekä mahdollisista epäselvistä tapauksista, kun ei ollut täyttä varmuutta esimerkiksi siitä, mitä materiaalia jokin tavara oli. Kuvista saattoi jälkikäteen tarkistaa asioita, jotka olivat ehkä jääneet myymälässä kirjaamatta.

Kuviossa 5 on esitettynä osa erään myymälän varastotilasta. Tavaraa on paljon pienellä alueella ja tilassa on monenlaista eri materiaalia. Tällainen tavaramäärä kulkureitillä olisi paloturvallisuusriski, koska se tukkisi hätätapauksessa poistumistiet. Kyseisessä varastotilassa tavarakeskittymät eivät kuitenkaan olleet kulkureiteillä ja aiheuttivatkin ainoat paloturvallisuusriskit palokuormiensa takia.



KUVIO 5. Myymälän varastotila.

Kuvioissa 6 - 10 on myymälöiden yleisilmettä. Hyllyissä on paljon tavaraa, osa hyllyistä on palavaa materiaalia ja toisinaan tavaraa on pinottuna käytäville erillisiin laatikoihin. Kulkureittejä ei kuitenkaan ole täysin tukittu missään.



KUVIO 6. Myymälän elintarvikehyllyjä.



KUVIO 7. Myymälän paperihyllyjä.



KUVIO 8. Myymälän kylmäallas.



KUVIO 9. Myymälän hedelmä- ja vihannesosasto.



KUVIO 10. Myymälän leipäosasto.

4 TULOKSET

4.1 Mittaustulokset

Taulukoissa 2–8 on esitetty jokaisen tutkitun myymälän irtaimen palokuorman määrä materiaaliakohtaisesti kilogrammoina sekä megajouleina taulukon 1 arvojen avulla muunnettuna. Myymälätilan ja varastotilan palokuormat on esitetty erikseen. Lisäksi taulukoissa on arvioidut tilojen pintamateriaalien palokuormat megajouleina. Pintamateriaalit on huomioitu, jos ne ovat palavaa materiaalia. Esimerkiksi betoni-, metalli- tai kipsilevypinnat eivät pala, ja niitä ei ole huomioitu. Muovi- ja puupitoiset pinnat lattiassa, seinissä ja katossa on huomioitu ja niiden määrät on arvioitu suoraan megajouleina.

TAULUKKO 2. Myymälän 1 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 1				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	690	12075		36	630
PAPERI	1350	27000		282	5640
MUOVI	2415	72450		551	16530
TEKSTIILI	36	900		5	125
PAHVI	620	12400		37	740
ELINTARVIKE	9535	143025		373	5595
PESUAINHEET	700	10500		0	0
PINNAT		0			0
YHTEENSÄ		278350			29260

TAULUKKO 3. Myymälän 2 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 2				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	475	8313		310	5425
PAPERI	97	1940		30	600
MUOVI	743	22290		270	8100
TEKSTIILI	17	425		26	650
PAHVI	81	1620		178	3560
ELINTARVIKE	3089	46335		8	120
PESUAINHEET	340	5100		0	0
PINNAT		10294			4137
YHTEENSÄ		96317			22592

TAULUKKO 4. Myymälän 3 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 3				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	120	2100		240	4200
PAPERI	90	1800		50	1000
MUOVI	480	14400		180	5400
TEKSTIILI	100	2500		55	1375
PAHVI	80	1600		65	1300
ELINTARVIKE	2590	38850		90	1350
PESUAINHEET	100	1500		0	0
PINNAT		27866			19363
YHTEENSÄ		90616			33988

TAULUKKO 5. Myymälän 4 palokuormat

	MYYMÄLÄ 4				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	508	8890		78	1365
PAPERI	560	11200		220	4400
MUOVI	1780	53400		211	6330
TEKSTIILI	65	1625		10	250
PAHVI	130	2600		20	400
ELINTARVIKE	6170	92550		550	8250
PESUAINHEET	1010	15150		0	0
PINNAT		42360			0
YHTEENSÄ		227775			20995

TAULUKKO 6. Myymälän 5 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 5				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	490	8575		850	14875
PAPERI	740	14800		1000	20000
MUOVI	1493	44790		800	24000
TEKSTIILI	90	2250		200	5000
PAHVI	570	11400		1200	24000
ELINTARVIKE	13100	196500		2500	37500
PESUAINHEET	1560	23400		0	0
PINNAT		25585			39270
YHTEENSÄ		327300			164645

TAULUKKO 7. Myymälän 6 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 6				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	40	700		50	875
PAPERI	155	3100		0	0
MUOVI	374	11220		53	1590
TEKSTIILI	13	325		0	0
PAHVI	40	800		21	420
ELINTARVIKE	2678	40170		0	0
PESUAINHEET	610	9150		0	0
PINNAT		51319			3120
YHTEENSÄ		116784			6005

TAULUKKO 8. Myymälän 7 palokuormat.

	MYYMÄLÄ 7				
	MYYMÄLÄ [kg]	MYYMÄLÄ [MJ]		VARASTO [kg]	VARASTO [MJ]
PUU	580	10150		141	2468
PAPERI	410	8200		7	140
MUOVI	1170	35100		52	1560
TEKSTIILI	70	1750		0	0
PAHVI	500	10000		30	600
ELINTARVIKE	3200	48000		185	2775
PESUAINHEET	357	5355		0	0
PINNAT		18763			5503
YHTEENSÄ		137318			13046

Taulukossa 9 on esitetty tutkittujen myymälöiden pinta-alat, tilavuudet ja palokuormien tiheydet, sekä palokuormien tiheyksien keskiarvot. Myymälätila ja varastotila on tutkittu erikseen.

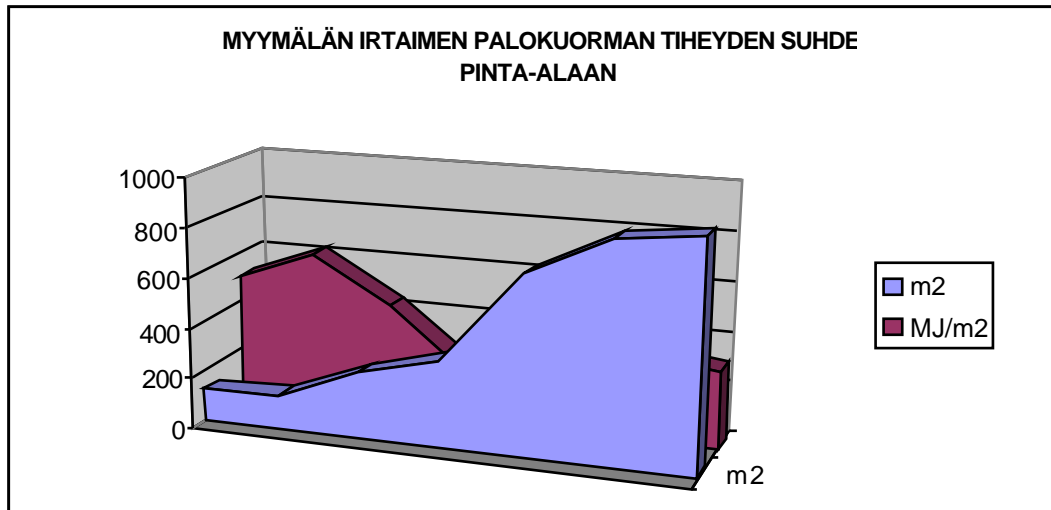
TAULUKKO 9. Palokuorman tiheys.

	MYYMÄLÄN PINTA-ALA [m ²]	MYYMÄLÄN TILAVUUS [m ³]	PALOKUORMAN TIHEYS [MJ/m ²]		VARASTON PINTA-ALA [m ²]	VARASTON TILAVUUS [m ³]	PALOKUORMAN TIHEYS [MJ/m ²]
MYYMÄLÄ 1	899	5392	309,6		107	644	273,5
MYYMÄLÄ 2	138	471	697,9		55	165	410,8
MYYMÄLÄ 3	123	304	736,7		50	125	679,8
MYYMÄLÄ 4	706	3029	322,6		95	423	221,0
MYYMÄLÄ 5	868	3732	377,1		160	704	1029,0
MYYMÄLÄ 6	345	1070	338,5		52	125	115,5
MYYMÄLÄ 7	265	928	518,2		44	152	296,5
KESKIARVO			471,5				432,3

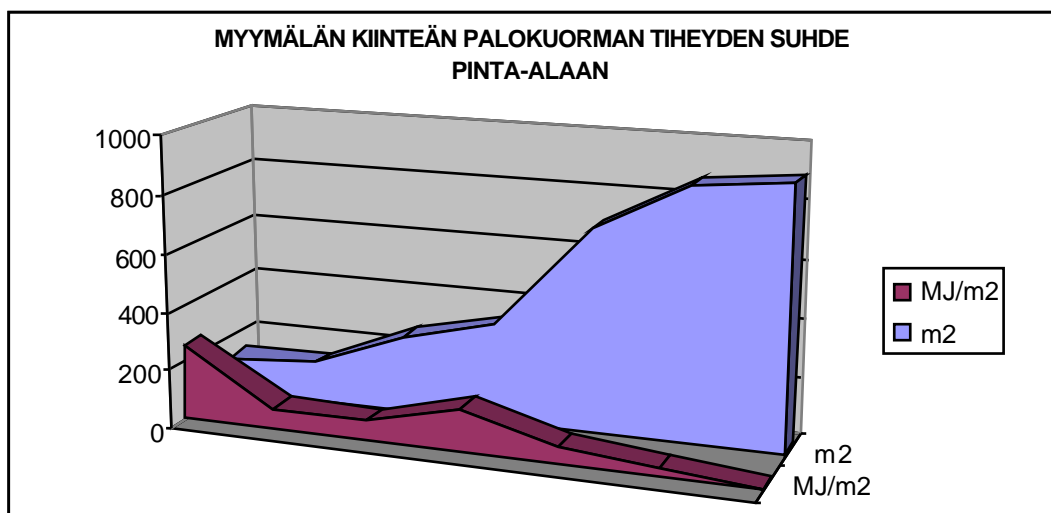
Tutkituissa myymälöissä myymälätilojen palokuorman tiheys vaihteli välillä 310–740 MJ/m² ja palokuorman tiheyden keskiarvoksi saatiin 470 MJ/m². Varastotilan palokuorman tiheys puolestaan vaihteli välillä 120–1030 MJ/m². Keskiarvoksi palokuorman tiheydelle varastotiloissa saatiin 430 MJ/m².

Kuviossa 11 on esitetty myymälätilojen irtaimen palokuorman tiheydet suhteessa pinta-alaan. Sitä tarkasteltaessa voidaan havaita, että pienemmissä myymälätiloissa näyttäisi olevan suurempi irtaimen palokuorman tiheys kuin isommissa myymälätiloissa. Kuviossa 12 on puolestaan esitetty kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan. Kiinteän palokuorman osuus on selvästi pienempi kuin irtaimen, joten kovin suurta vaikutusta sillä ei kokonaispalokuormaan myymälätiloissa ole. Kuviota 12 tarkasteltaessa voidaan kuitenkin todeta, että myös kiinteän palokuorman kohdalla näyttäisi pienemmissä tiloissa olevan enemmän palokuormaa lattianeliötä kohden kuin isommissa. Kuviossa 13 on myymälätilojen kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan, eli on huomioitu sekä irtain että kiinteä palokuorma. Voidaan todeta, että kokonaisuudessaan palokuormaa näyttäisi olevan enemmän lattianeliötä kohden pienissä myymälöissä kuin isommissa myymälöissä. Tutkittuja kohteita oli melko vähän, mutta tulokset vaikuttaisivat olevan selkeät. Jos tutkittaisiin useampia

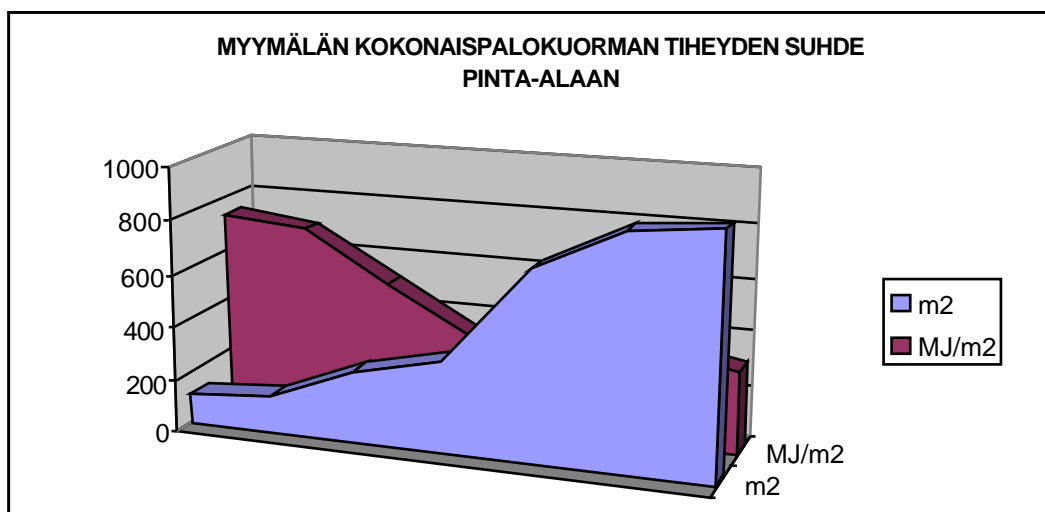
myymälöitä, olisivat tulokset luultavammin samansuuntaiset, mutta selvemmat ja luotettavammat.



KUVIO 11. Myymälän irtaimen palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.



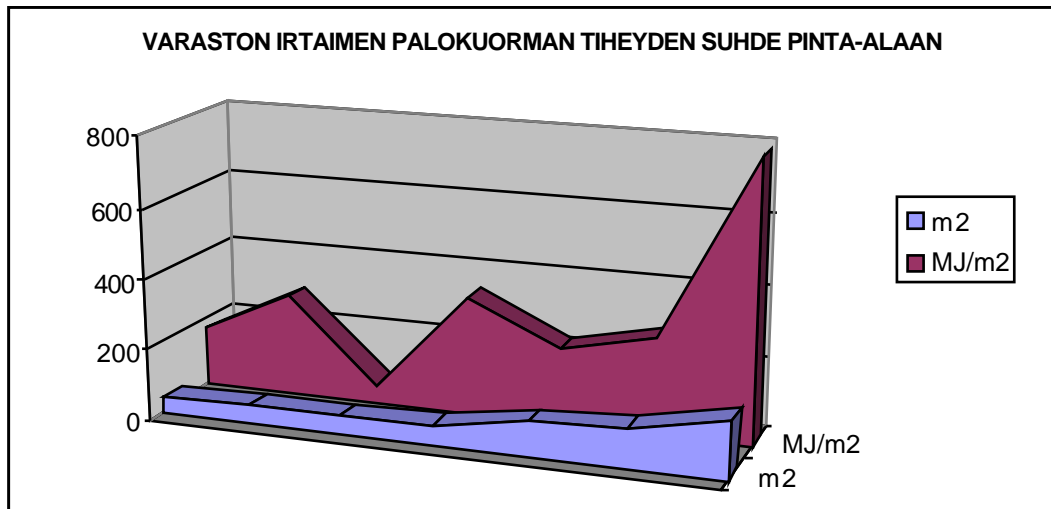
KUVIO 12. Myymälän kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.



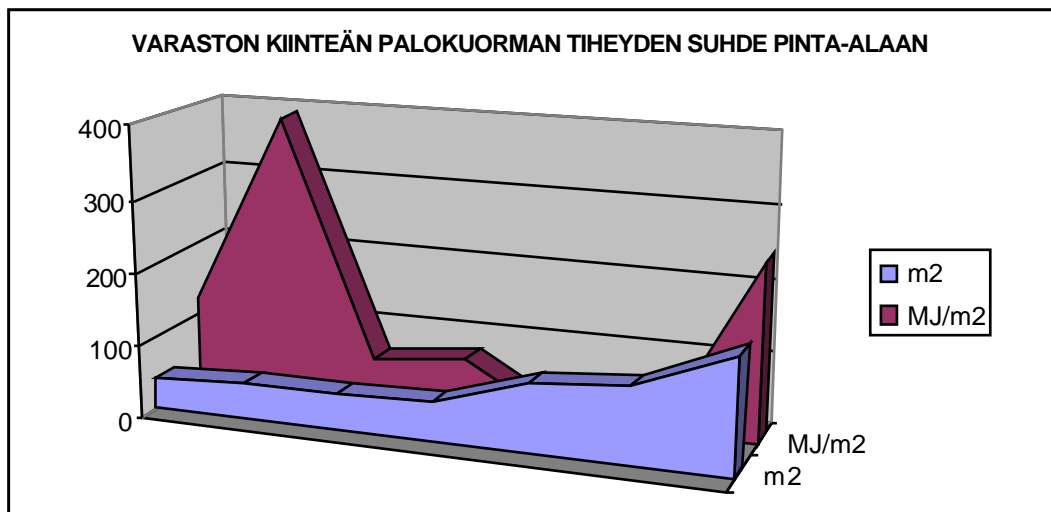
KUVIO 13. Myymälän kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.

Kuviota 14 tarkasteltaessa voidaan todeta, että varastotiloissa pinta-ala ei juurikaan vaikuta irtaimen palokuorman tiheyteen. Tutkittujen varastotilojen pinta-alat eivät poikenneet toisistaan kovin paljoa, mutta irtaimen palokuorman tiheyden arvot vaihtelivat paljonkin, välillä 60–780 MJ/m². Näin suuri vaihteluväli saattaa selittyä sillä, että varastotiloihin tuodaan päivittäin uutta tavaraa ja aina sitä ei ehditä heti siirtämään myymälän puolelle. Toimitukset saattavat osua samalle tunnillekin, jolloin varastotilassa on muiden varastoitavien asioiden lisäksi paljon siirtoa odottavaa materiaalia. Toisaalta, jos tutkittaisiin useampia ja erikokoisia varastotiloja, saatettaisiin saada jopa kuvion 11 mukaisia tuloksia. Myymälöissä täsmällistä tulosta on kuitenkin vaikea saada, koska tavaraa liikkuu koko ajan varastotilaan ja sieltä myymälätilaan sekä pois koko myymälästä.

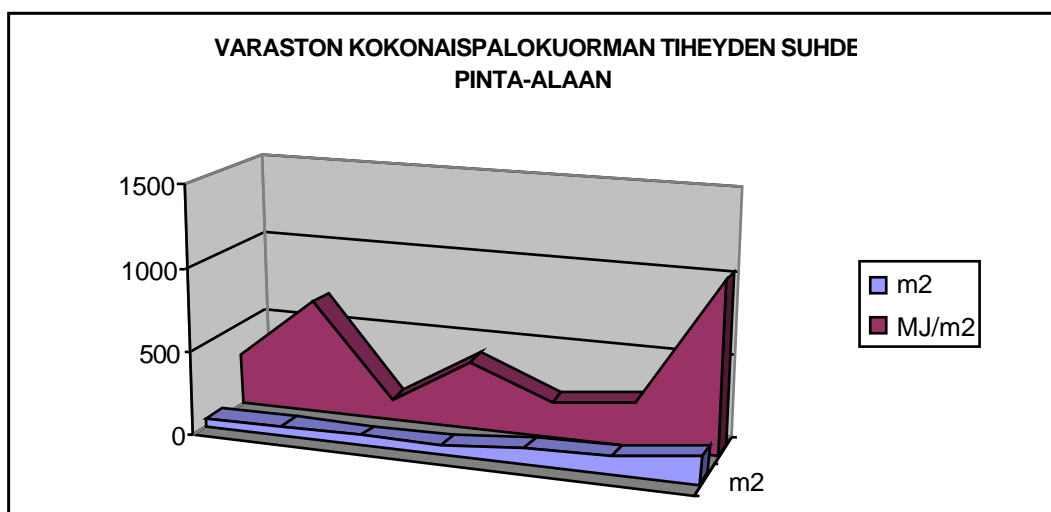
Kuviossa 15 on varastotilojen kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan. Kuvio viittaa siihen, että pienemmissä tiloissa on enemmän kiinteää palokuormaa lattianeliötä kohden kuin isommissa varastotiloissa. Kuviossa 16 on esitetty varastotilojen kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan. Kuviosta voidaan päätellä, ettei varastotiloissa palokuorman tiheys riipu lattiapinta-alasta. Tässäkin irtaimen palokuorman osuus on niin suuri, ja koska sen tiheys ei riipu pinta-alasta, ei kokonaispalokuorman tiheyttäköän voida esittää verrannollisena pinta-alan suuruuteen. Useampia kohteita tutkimalla saatettaisiin tosin saada toisensuuntaisiakin tuloksia.



KUVIO 14. Varaston irtaimen palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.



KUVIO 15. Varaston kiinteän palokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.



KUVIO 16. Varaston kokonaispalokuorman tiheyden suhde pinta-alaan.

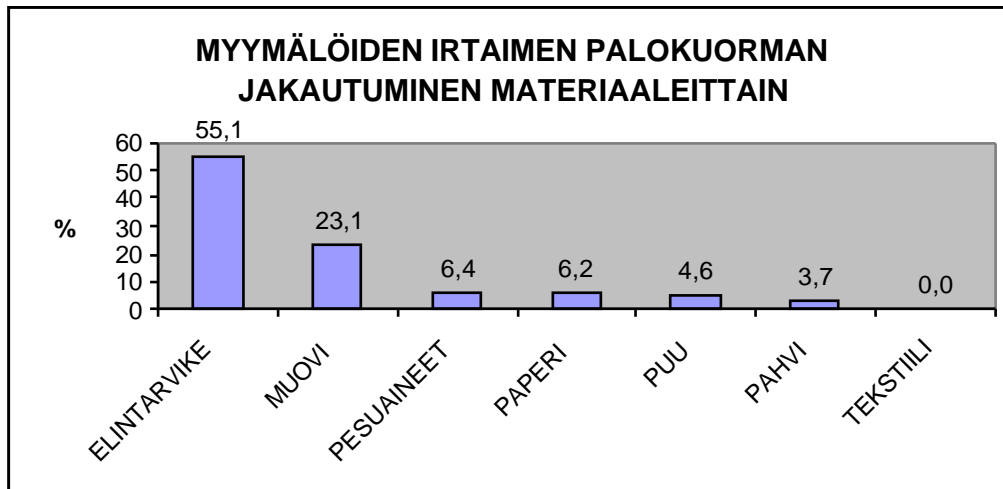
4.2 Palokuorman koostumus

Kuvioissa 17 ja 18 on kuvattu irtaimen palokuorman määrä eri materiaalien mukaan myymälätiloissa ja varastotiloissa. Prosentuaaliset osuudet on laskettu mitatuista megajoulearvoista.

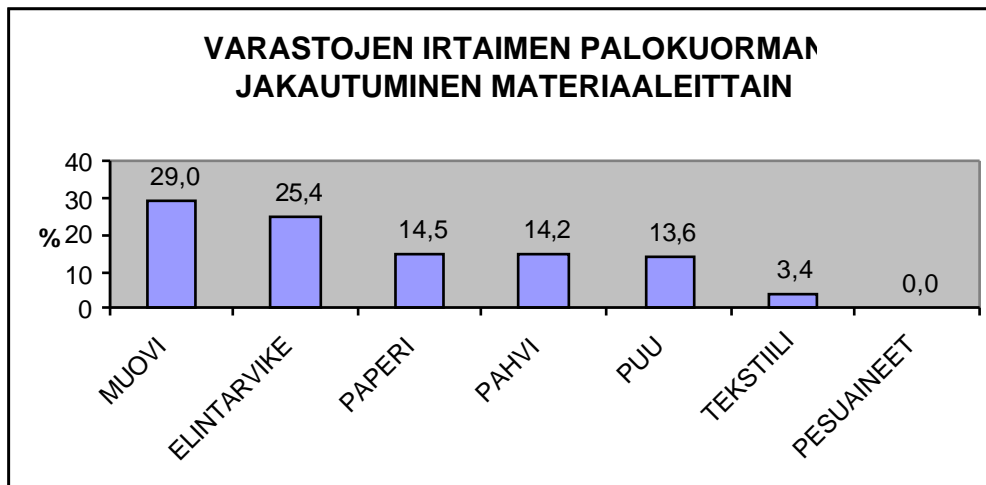
Myymälätiloissa selvästi eniten palokuormaa oli elintarvikkeissa, mikä ei ole kovin yllättävää ruokakauppojen ollessa kyseessä. Elintarvikkeiden osuus oli 55,1 %, kun seuraavaksi suurin osuus oli muoveilla, 23,1 %. Muovien isohko määrä selittyy sillä, että se on yleinen pakkausmateriaali. Pesuaineita, pahvia, puuta ja paperia myymälätiloissa oli melko lailla yhtä paljon, kun taas tekstiilejä ei juuri lainkaan.

Varastotilojen palokuorma on jakautunut eri materiaalien kesken tasaisemmin kuin myymälätiloissa. Varastoissa eniten palokuormaa oli muoveissa, 29,0 %. Niiden määrä selittyy mm. tyhjien palautuspullojen ja kuljetuslaatikoiden säilytyksellä varastotiloissa. Toiseksi eniten varastoissa palokuormaa oli elintarvikkeissa. Pahvissa, paperissa ja puussa oli keskenään lähes saman verran palokuormaa, tekstiileissä vain jonkin verran ja pesuaineita ei tutkituissa varastotiloissa ollut lainkaan.

Elintarvikkeita oli tietenkin paljon, koska tutkittiin ruokakauppoja. Muovia ja pahvia oli runsaasti pakkausmateriaalina ja pesuaineita oli myymälätiloissa todella suuri kilogrammamäärä. Puuta ja paperia oli vähemmän ja tekstiilejä ei juuri lainkaan.



KUVIO 17. Myymälöiden irtaimen palokuorman jakautuminen materiaaleittain.



KUVIO 18. Varastojen irtaimen palokuorman jakautuminen materiaaleittain.

4.3 Vertailu eurokoodin arvoihin

TAULUKKO 10. Palokuorman tiheys (MJ/m^2) tilan käyttötavan mukaan. (SFS-EN 1991-1-2 2003).

Käyttötapa	Keskiarvo	80 % fraktiili
Asuinhuone	780	948
Sairaala (huone)	230	280
Hotelli (huone)	310	377
Kirjasto	1500	1824
Toimisto	420	511
Koulun luokkahuone	285	347
Ostoskeskus	600	730
Teatteri, elokuvateatteri	300	365
Liikenneterminaali (yleisötilat)	100	122
HUOM. Fraktiiliarvot perustuvat Gumbel-jakautumaan, jota palokuorman tiheyden oletetaan noudattavan.		

Taulukossa 10 on toistaiseksi käyttökiellossa olevia suunnitteluarvoja paloturvallisuuden suunnitteluun. Myymälöitä koskee taulukossa lähinnä ostoskeskuksia vastaava palokuormien tiheyden arvo, $600 \text{ MJ}/\text{m}^2$.

Tutkittujen kohteiden palokuorman tiheyden keskiarvoksi saatiin myymälätiloista $470 \text{ MJ}/\text{m}^2$ ja varastotiloista $430 \text{ MJ}/\text{m}^2$, kun palokuormaan laskettiin irtain ja palavat pintamateriaalit. Molemmat keskiarvot jäivät siis selvästi alle eurokoodissa esitetyn keskiarvon $600 \text{ MJ}/\text{m}^2$, ja muutenkin vain muutama yksittäinen tutkittu arvo ylitti eurokoodin antaman arvon. Lisäksi tulokset pysyivät myös palokuormaryhmien mukaisessa jaoittelussa, jossa pienissä myymälöissä oletettiin olevan palokuormaa alle $600 \text{ MJ}/\text{m}^2$ ja muissa myymälöissä $600\text{--}1200 \text{ MJ}/\text{m}^2$. Näin ollen eurokoodin suunnitteluarvoon jää jonkin verran toleranssia ja ainakin vähittäistavaraliikkeen tapauksessa sitä uskaltaisi käyttää tulevaisuudessa suunnitteluarvona.

5 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin vähittäistavaraliikkeiden palokuormia ja verrattiin saatuja tuloksia eurokoodissa olevaan suunnitteluarvoon. Tarkoituksena oli tutkia, pitääkö eurokoodin suunnitteluarvo paikkaansa ja voidaanko sitä tulevaisuudessa käyttää paloturvallisuussuunnittelussa.

Tutkitut kohteet olivat eri kauppaketjujen erikokoisia ruokakauppoja ja niistä tutkittiin erikseen myymälän palokuorma ja varastotilan palokuorma. Palokuormaan laskettiin mukaan irtain ja pintamateriaalit, jolloin palokuorman tiheyden keskiarvoksi myymälätiloissa saatiin noin 470 MJ/m^2 ja varastotiloissa noin 430 MJ/m^2 . Molemmat arvot jäivät alle eurokoodin suunnitteluarvon 600 MJ/m^2 , joten eurokoodin suunnitteluarvo näyttäisi olevan varmallalla puolella.

Tutkimuksessa todettiin lisäksi, että myymälätiloissa palokuorman tiheys näyttäisi olevan sitä suurempi, mitä pienempi myymälätilan pinta-ala on. Eli pienemmissä myymälöissä on enemmän palavaa materiaalia lattianeliötä kohden kuin isommissa myymälöissä. Varastotiloissa samanlaista ilmiötä ei voitu havaita, vaan palokuorman tiheys vaihteli suuresti.

Tutkimuksessa todettiin myös, mitkä materiaalit muodostivat eniten palokuormaa sekä myymälätiloissa että varastotiloissa. Myymälätiloissa selvästi yleisin materiaalityyppi oli elintarvikkeet ja varastotiloissa eniten palokuormaa aiheutti pakkausmateriaali muovi.

LÄHTEET

- Anttila, K. Ei päiväystä. Palofysiikka. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.3.2010]. Saatavana: <http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-110.5690/2005/Palofysiikka1.pdf>.
- Bwalya, A. Sultan, M. & Bénichou, N. 2004. A Pilot Survey of Fire Loads in Canadian Homes. Ottawa: Institute for Research Council Canada. Saatavana sähköisesti: [<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/rr/rr159/rr159.pdf>].
- Claret, A. & Andrade, A. 2007. Fire Load Survey of Historic Buildings: A Case Study. *Journal of Fire Protection Engineering* 17 (2), 103-112.
- DiNunno, P. ym. 2002. Handbook of Fire Protection Engineering. 3. painos. The National Fire Protection Association.
- Keski-Rahkonen, O. Karhula, T. & Hostikka, S. 2009. Palokuoleman ehkäisykeinojen arviointiohjelma – tuloksia esitutkimuksesta. *Pelastustieto* 60 (6), 28-33.
- Korpela, K. 1999. Toimistorakennusten palokuormat. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö. Julkaisematon.
- Kumar, S. & Kameswara Rao, C. 1995. Fire Load in Residential Buildings. *Building and Environment* 30 (2), 299-305.
- Paloposki, T. 2006. Paloturvallisuustekniikan perusteet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.1.2010]. Saatavana: http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/Patuper/2006/Luennot/Luento3/PTT2006_Luento03_v2.pdf.
- Pelastusopisto. 2008. PRONTO 2008 uudistettuja kohtia. [WWW-dokumentti]. Pelastusopisto. [Viitattu 13.1.2010]. Saatavana: [http://www.intermin.fi/pelastus/images.nsf/files/9EA2E784AF4C1369C22573C200361C16/\\$file/uudistettuja%20kohtia.pdf](http://www.intermin.fi/pelastus/images.nsf/files/9EA2E784AF4C1369C22573C200361C16/$file/uudistettuja%20kohtia.pdf).
- SFS-EN 1991-1-2. 2003. Eurocode 1: Rakenteiden kuormat: Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2002. Rakennusten paloturvallisuus: E1. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Thauvoye, C. ym. 2008. Fire Load Survey and Statistical Analysis. In: B. Karlsson (ed.) Fire Safety Science-proceedings of the Ninth International Symposium. International Association for Fire Safety Science.

Virtanen, T. Ei päiväystä. Yritysturvallisuuden perusteet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.3.2010]. Saatavana: <http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-110.260/2003/Luennot/ytu8.pdf>.

Zalok, E. Bwalya, A. & Hadjisopocleous, G. 2005. Medium-scale fire experiments of commercial premises. Saatavana: [<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc45397/nrcc45397.pdf>].

LIITTEET

Liite 1: Saatekirje

Rakennusten palokuormien inventaariotutkimus

SeAMK Rakennustekniikka, TTY ja VTT etsii tutkimusmateriaalia myymälärakennusten palokuormakartoitukseen. Tutkimuksen tavoitteena on inventoida Suomen rakennuskantaa siten, että saadaan selville tämänhetkinen tilanne, paljonko palokuormaa erityyppisissä rakennuksissa on käytötavan mukaan. Kyseessä on paloturvallisuuteen oleellisesti liittyvä empiirinen tutkimus.

Tulosten soveltaminen ei ole rajoittunut vain rakenteelliseen paloturvallisuuteen, vaan oikea tieto rakennusten palokuormasta on välttämätön lähtötieto myös poistumisturvallisuutta arvioitaessa ja suunniteltaessa sekä savunpoistoa mitoitettaessa. Nämä ovat välttämättömiä toimenpiteitä suurten kohteiden suunnittelussa.

SeAMK Rakennustekniikka kartoittaa myymälärakennusten palokuormia ja tutkimusaineistoksi tarvitaan myymälätiloja ja niihin liittyviä muita tiloja esimerkiksi takahuoneet ja kylmiöt. Tutkimuksessa määritetään tutkittavasta tilasta palavat materiaalit, mitataan niiden määrät ja mitataan myymälätilassa olevien ikkuna- ja oviaukkojen mitat. Materiaalien määrittäminen tapahtuu silmä- ja käsivaraisesti materiaaleja vahingoittamatta. Mittaukset suoritetaan mittanauhalla ja pienillä vaaoilla tai muilla vastaavilla välineillä.

Etukäteen tehtäviä valmisteluja varten olisi hyvä saada kopiot tutkittavien tilojen pohjapiirustuksista sekä myymälän paloturvallisuudesta vastaavan henkilön yhteystiedot. Mittaukset tehdään myymälän normaaleina aukioloaikoina mahdollisimman vähän häiriötä aiheuttaen. Mittaukset pyritään aloittamaan tammikuun aikana.

Tutkimukseen on tarkoitus saada tilastollisesti merkittävä määrä myymälärakennuksia ja niistä saadut tiedot ja tulokset käsitellään luottamuksellisesti siten, ettei yhteenvedoista voi yksilöidä mitään tutkittua kohdetta.

Pyydämme lupaa suorittaa kyseinen mittaus myymälässänne. Toivomme ystävälliset vastauksenne sekä toivomuksenne mittausajankohdasta yhteyshenkilöllemme Jyrki Hööpakalle viimeistään 29.1.2010. Otamme myöhemmin yhteyttä ja sovimme tarkemmin mittausajankohdasta. Lisätietoja tutkimuksesta saa Projektipäällikkö Veli Autiolta.

Rakentavaa yhteistyötä toivoen

Projektipäällikkö
Veli Autio
xxx.xxx@xxx.fi

Rakennustekniikan opiskelija
Jyrki Hööpakka
xxx.xxx@xxx.fi

SeAMK Tekniikka
Kampusranta 9 A / PL 64
60320 Seinäjoki
puh. 020 124 4903
faksi 020 124 4909
tekniikka@seamk.fi

Törnäväntie 26
60200 Seinäjoki
puh. 020 124 5327
faksi 020 124 5301

Vaasantie 1 C
60100 Seinäjoki
puh. 020 124 5322
faksi 020 124 5338

KIINTEISTÖN YLEISTIEDOT

TUTKIMUKSEN TEKIJÄ _____
PÄIVÄMÄÄRÄ _____
KOHDE _____ (OSOITE)
RAKENNUSTYYPPI _____ (ESIM OSTOSKESKUS)
RUNKOMATERIAALI _____ (ESIM BETONI)
KERROKSIENLUKUMÄÄRÄ _____

PALOLUOKKA _____ (P1,P2,P3)

ETÄISYYS PALOASEMAAN _____ KM

PELASTUSSUUNNITELMA ON _____ EI _____ EI TIETOA _____

KIINTEISTÖN PALOTURVALLISUUSLAITTEET

AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN _____	TURVA- JA MERKKIVALAISTUS _____
AUTOMAATTINEN SAMMUTUSJÄRJESTELMÄ _____	KUULUTUSLAITTEET _____
LAUKAISTAVA SAVUNPOISTO _____	PIKAPALOPOSTIT _____
KÄSISAMMUTTIMET _____	

HUOM. _____

LIIKKEEN TIEDOT

LIIKKEEN TYYPPI _____
 (ESIM.KIRJAKAUPPA,PÄIVITTÄISTAVARALIIKE)

KERROS _____

MYYMÄLÄN TIEDOT

MYYMÄLÄNPINTA-ALA _____ M² KORKEUS _____ M
 TILAVUUS _____ M³

AUKKOTIEDOT

AUKKO	TYYPPI (OVI/IKKUNA/MUU)	KOKO (L x K)	MATERIAALI (ESIM. LASI)	ALAREUNAN ETÄISYYS LATTIASTA
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				

HUOM. _____

POHJAPIIRROS. MIKÄLI KOHTEESTA EI OLE KÄYTÖSSÄ VALMIITA PIIRUSTUKSIA TEHDÄÄN KOHTEESTA ERILLINEN POHJAPIIRROS JOHON MERKITÄÄN PÄÄMITAT, AUKOT, HYLLYT, ALTAAT, JNE. (TARVITTAESSA KÄYTETÄÄN ISOMPAA/USEAMPAA PAPERIA)

